Hastanelerde (HVAC) Isıtma Havalandırma ve Klima Sistemleri

http://pitrehavalandirma.com/

Bunlardan başlıcaları ;

1- TEŞHİS VE TEDAVİ DEPARTMANLARI

1.1. Ameliyathaneler ve ameliyathaneye bitişik koridor, steril malzeme depoları, yıkama odaları, ön odalar ve malzeme odaları, uyanma odaları.

1.2. Doğumhaneler, doğumhane koridorları, ameliyathaneleri, acil ameliyathaneye direkt bağlı odalar.

1.3. Endoskopi

1.4. Psikoterapi

1.5. Diğer bölgelere ve acil servis ameliyathaneleri ve ameliyathaneye direkt bağlı hacimler, radiodiagnostik.

2- BAKIM ALANLARI

2.1. Yoğun bakım, acil tedavi, enfek-siyonlu hasta odaları, koridorlar

2.2. Özel bakım odaları, koridorlar, acil tedavi odaları

2.3. Tecrit odaları, ön odalar, koridorlar

2.4. Prematüre bebek bakım odaları, yan odalar, koridorlar

2.5. Neonatal bakım odaları

2.6. Bebek bakım odaları

2.7. Genel bakım alanları

2.8. Diğer departmanlar

3.1. Dispanserler, steril odalar, diğer odalar, koridorlar

3.2. Sterilizasyon, ön/son sterilizas-yon odaları, steril malzeme depolama alanları

3.3. Yatak işlem departmanları

3.4. Çamaşırhane

3.5. Patoloji

3.6. Laboratuarlar/mikrobiyolojik, kimyasal, histolojik

3.7. Değiştirme odaları, tuvaletler, banyolar

3.8. Diğer departmanlar Hastanelerde, tedavinin yanında en önde gelen gereklilik hijyenin sürekli sağlanmasıdır. Bu ise tıp ve teknik personelin yüksek standardlarda eğitimi organizasyonu ve sorumluluğu yanında hastane binalarının ve yan tesislerinin projelendirme ve konstrüksiyonunda hijyenik faktörlerin gözönüne alınabilmesi ile mümkün olmaktadır. Burada ise özellikle HVAC sistemlerinin projelendirilmesi, tesis edilmesi, işletilmesi ve bakımı özel bir önem arzetmektedir.

HVAC SİSTEMİNİN FONKSİYONLARI

Hastanede klima sistemlerinin fonksiyonları

a) Sıcaklık/nem kontrolü

b) Mikro-organizma ve toz oranında atık anestezik gaz oranında, kötü kokuların oranında önemli ölçüde azalma sağlamasıdır.

ODA KLASLARI

Hastanelerde havada taşınabilen parçacıklar yoluyla enfeksiyon riskine bağlı olarak üfleme havasının ve oda havasının değişik seviyelerde sterili-tesi aranır.

Hastanelerde bu odalar iki sınıfa ayrılır.

a) Class 1 odalar : Yüksek veya çok yüksek seviyede sterilite gerektiren odalar

b) Class 2 odalar : Normal seviyede sterilite gerektiren odalar.

HAVA FİLTRASYONU

Parçacık ve mikro-organizma kirlenmesine karşı üfleme havasının birkaç kademede filtrasyonu gereklidir. Class 2 odalarda iki kademeli s-yon, Class 1 odalarda ise üç kaueme-li filtrasyon gereklidir.

a) 1. kademe filtre : EU4 veya daha iyi (TROX F753)
b) 2. kademe filtre : EU7 veya daha iyi tercihen EU9 (TROX Minipleat F759)
c) 3. kademe filtre : Class S veya Calss R filtre
(HEPA filtre) (TROX F652+) FİLTRENİN YERLERİ
a) 1. kademe filtre eğer taze hava emişi bina dışında ise taze hava girişinin hemen başlangıcına emiş tarafına klima santralını temiz tutmak amacıyla,
b) 2. kademe filtre kanallarının 'başlangıcından hemen önce basma fına kanal sistemini temiz tutmak amacıyla,
c) 3. kademe filtre, basma tarafında hizmet edilecek odaya veya zona mümkün olabildiğince yakına, ameliyathanelerde bir terminal içine yerleştirilirler.
Pratikte 1. kademe filtre klima santralına taze hava girişinde, 2. kademe filtre santralde vantilatörden sonraki hücrelere kanala geçişten hemen önce konulur.
TAZE HAVA ORANLARI VE ÜFLEME HAVA DEBİLERİ
Havada taşınabilen mikro-organizma sayısını daha da düşürebilmek ve/veya ısı balansını devam ettirebilmek için üfleme hava debisinin taze hava oranları ile hesaplanan hava debisinden daha fazla olması gerekebilir. Ameliyathaneler için bu konu daha ilerde verilecektir.
Eğer üfleme hava debisi ile taze hava arasındaki fark resirküle hava ile kompanse edilemiyorsa taze hava miktarı artırılır.
RESİRKÜLE HAVA KULLANIMI
a) Aynı oda veya aynı zondaki odalardan egzost yapıldığında bu hava resirküle havası olarak kullanılabilir. (Örneğin bir ameliyathane süiti)
b) Resirküle hava taze hava gibi 1.
. kademe filtrelerden geçirildi-e kullanılabilir.
ODALAR ARASI HAVA AKIŞI
Hastanelerde verilen hijyen standardını devam ettirebilmek için havanın steril odalardan daha az steril odalara akışı sağlanmalıdır. Klima sistemi dizayn edilirken üfle-me/egzost hava debilerinin uygun şekilde ayarlanması ile odalarda pozitif/negatif basınç oluşturulur ve aradaki debi farkı önceden belirlenmiş (örneğin kapı etrafındaki boşluklar) yollarla akar.
Ancak bu boşluklar çok küçük olma-lıdır.Aksi takdirde bu hava akış şeması devam ettirilemez. Bu nedenle ilar, servis kapakları ancak kısa ??.elerle açık kalabilecek projelendi-rilmelidir. Servis kapaklan veya kapıların sık sık açılıp kapandığı oranda hava kilitleri yapılmalıdır. Hava kilitleri (Air locks) aşağıda belirtilen yerlerde uygulanır :
a) Class 1 odalarda, Class 2 odalar arasında,
b) Açık hava ile Class 1 odalar arasında,
c) Aynı Class'taki odalar arasında hijyenistler isterse örneğin ameliyathane ile yoğun bakım üniteleri arasında.
Hava kilitleri giriş ve çıkış kapılarının aynı anda açılmasını engelleyen bir mekanizma ile oluşturulur. Kapının açılması sırasında parçacık transfer oranının minimize edilebilmesi açısından kayar kapılar tavsiye edilir.
Odalar arasında 15 Pascal'lık bir basınç farkı ideal olmaktadır. Bu değer en az 10 Pa., en çok 30 Pa. olabilir. Projelendirmede tek kanatlı bir kapı için 100 m3/h hava akışı odada yeterli bir hava sızdırmazlığı için gereklidir.
Kapılardaki boşluk yanlarda ve iki kanat arasında en fazla 2 mm. üstte max. 3 mm., döşemede max. 4 mm. olmalıdır. Ve normalde basit bir mekanizma ile kendiliğinden kapanır olmalıdır.
HAVA KANALLARI
Kanalların iç yüzeyleri galvaniz çelik veya benzeri gibi malzemeden düzgün olmalıdır. Alimünyum ve paslanmaz çelik kanallar da kullanılabilir. Kanallar mümkün olduğunca kısa tutulmalıdır. Fleksibl kanallar en fazla 2 m'ye kadar ve branşman-larda kullanılabilir. Hava kanallarında özel kesitler aerodinamik prensiplerde dizayn edilmeli, parçacık birikmesi ve

lokal negatif basınç alanlarının oluşturularak dış havanın kanala kontrolsüz infiltrasyonu önlenmelidir. 3. kademe filtreden sonra kanal kullanıldığında iç yüzeyler kolayca temizlenebilecek ve dezenfektanların silinebileceği şekilde projelendiril-melidir.
3. kademe filtreden sonra hiç bir şekilde felksible kanal, susturucu damper vs. monte edilmemelidir. Kanalların sızdırmaz flanşlı yapılması tercih edilir. Değişik classlardaki oda havalarının birbirine karışmaması istendiğinde üfleme ve egzoz kanalları, hava sızdırmaz damperlerde (dikdörtgen kesitli kanallarda TROX JZ L/M serisi, yuvarlak kanallarda ise TROX AK serisi) ayrılmalıdır. Kanallarda kullanılacak olan damper ve volume regülatör (TROX TVJ, RN, TVR, TVZ, TVA serileri)lerin yakınlarına kanal üzerine gözleme kapakçıkları konulmalıdır ve bunların yeri açık bir şekilde işaretlenmelidir. Servis kanalları, çift duvarlar veya tavan boşlukları gibi yapısal boşluklar üfleme veya egzost havasının dağıtımı amacıyla inşa edildikleri şekilde kullanılmamalıdır. Kanalların montajı sırasında içinde toz toprak kalmamasına dikkat edilmeli, kanallar yapıldıkça içleri temizlenerek her gün iş bitiminde kapatılmalıdır. Bu işlem özellikle 2. kademe filtre ile, oda veya 3. kademe filtre arasındaki kanalda daha dikkatli yapılmalıdır.

TAZE HAVA EMİŞ KANALLARI

Taze hava kanalları yapılırken kısa taze hava kanalı uzun basma kanalı kontigürasyonu tercih edilmelidir. Taze hava emiş kanalında insan delikleri bırakılmak suretiyle mekanik temizlik ve dezenfeksiyona uygun hale getirilmelidir.
Kural olarak döşeme drenajları yapılmamalıdır. Eğer zorunlu olarak drenaj yapılacak ise drenaj hattı genel kanalizasyon sistemine direkt olarak bağlanmamalıdır. Özellikle Class 1 odalarda genel şart, kanalların mümkün olduğunca kısa tutulmasıdır. Dolayısıyla klima santralı mümkün olduğunca odalara yakın olmalıdır.

BASINÇLI HAVA TARAFINDAKİ KANALLAR (ÜFLEME KANALLARI)

Basma tarafındaki kanallardaki sız-dırmazlık Class 1 odalarda DİN V 24194 Part 2'de belirtildiği üzere 3. sınıf sızdırmazlık sınıfında olmalıdır. Hava kaçağı yapısal boşluklarda pozitif basınç oluşturmamalıdır. Tecrübeler göstermiştir ki hava kaçağının yaklaşık 3 katı bu boşluklardan egzost edildiğinde bu basıncın oluşması engellenmektedir. 3. kademe filtrenin girişinde eğer gerekli ise kolaylıkla ulaşabilir, test ae-rosolu tatbik etmek üzere bir nozul olmalıdır.

EGZOST VE RESİRKÜLE HAVA KANALLARI

Kanaldan binaya hava kaçışını önlemek üzere kanalın basınçlı kısmı mümkün olduğunca kısa tutulmalıd. DİN V 24194 Part 2'de belirtilen 2. sınıf sızdırmazlık elasında imal edilmelidir. İzotop terapisi yapılan departmanlardan dışarı atılan hava ayrı bir kanal sistemi ile taşınmalıdır. Radyasyon yayan bir bölgeden egzost yapıldığında ise atılan hava filtre edilmelidir.

HAVA GEÇİRMEZ DAMPERLER

Hastanelerde klima sistemi öyle pro-jelendirilmelidir ki, klima sisteminin durdurulduğu herhangi bir sürede rüzgar veya baca etkisi ile bina içindeki havanın hijyenik kalitesini bozacak şekilde kanallardan hava akışı olmamalıdır. Bu amaçla kanallara, sistemin durduğu veya elektrik kesintisi olduğu zaman kapatacak şekilde motorlu hava sızdırmaz damperler konulmalıdır. (TROX JZ L/M veya TROX AK Serisi). Yukarıdaki şartları sağlamak üzere hava sızdırmaz damperlerin hem üfleme hem egzost kanallarında en azından aşağıda belirtilen noktalara monte edilmesi gerekmektedir.

a) Santral değişik klastaki odalara hitap ediyorsa değişik zonların kesişme noktalarına,
b) Santral birkaç kata hitap ediyorsa, bütün kat branşmanlarına,

c) Hijyenistin şart koştuğu, aynı klastaki iki oda arasında havanın birbirine karışmaması gereken durumlarda zonlar arasına,
d) Üfleme ve egzost kanallarında oda ile taze hava emişi arasına; oda ile egzost hava

menfezi arasına, Üfleme filtrenin girşine veya paralel bağlanmış bir seri 3. kademe filtrenin girişlerine sistem çalışırken dahi filtreye servis verilecek veya değiştirilecek şekilde hava sızdırmaz damperler konulmalıdır (TROX-AIR-TIGHT DAMPERS WITH AIR FLAP F652+...)

DUMAN ATIŞ KANALLARI VE YANGIN DAMPERLERİ

3. kademe filtreden sonra yangın damperleri konulmasına izin verilmemelidir. Class 1 odalarda üfleme kanallarına konulan yangın damperleri egzost fanları ile koordineli ça-hştınlmalıdır. Yangın damperleri kapattığında egzost fanı aynı anda durdurulmalı ve bitişik zonlardan bakteri taşınımı engellenmelidir.

KLİMA SANTRALLERİ

Santraller kolayca müdahale edilebilecek bir yere monte edilmelidir. Bileşenler kanallardan istenilen tüm gereklilikleri karşılayacak, temizlik ve bakımları, filtre değişimlerini en kolay şekilde yapabilecek şekilde dizayn ve monte edilmelidir. Bu amaçla ;

a) Santrallerin iç yüzeyleri düzgün ve temizlenmesi kolay olmalıdır. (Tercihan paslanmaz çelik)

b) Santralin içindeki parçalar kolayca dışarıya alınabilecek şekilde kızaklı yapılmalıdır.

c) Santrallerin en azından fan filtre nemlendirici kurutucu hücrelerinin kapıları üzerinde gözetleme delikleri olmalı hücrelerin içinde de aydınlatma lambası bulunmalıdır.

d) Santrallerin bütün hücreleri kapılı olmalıdır.

e) Santrallerin hücre kapakları hava sızdırmaz olmalıdır. (DİN V 24194 Part 2 Class 2).

FİLTRELER

Tüm kademelerdeki filtrelere bir diferansiyel manometre takılmalı ve çalışma şartları izlenebilmelidir.

FANLAR

Vantilatör I. ve 2. kademe filtrelerin arasına konulmalıdır.

NEMLENDİRİCİ

Nemlendirici 2. kademe filtreden önce konulmalıdır. Buharlı nemlendirici tercih edilmelidir. Buharın zararlı maddeler içermemesine dikkat edilmelidir. Hidrazın içerebileceği kuşkusu varsa mümkünse merkezi buhardan kaçınılmalıdır. Lejyoner hastalığı mikrobunun sulu ortamlarda ortaya çıktığı bilindiğinden mümkün olduğunca sulu nemlendirici kulanıl-mamahdır.

SOĞUTUCU BATARYALAR Soğutucu bataryalar 2. kademe filtre-

den önce konulmalıdır. Tüm nemli bölgeler temizlik ve dezenfeksiyon için ulaşılabilir olmalıdır. Yoğuşma tavalarından veya defrost tavasından su atış kısımlarından çalışma veya durma sırasında katı sıvı veya gaz pisliklerin girmesi engellenmelidir.

ELİMİNATÖR PLAKALARI

2. kademe filtreden önce yerleştirilmeli ve temizlik ve dezenfeksiyon için kolayca ulaşılabilir olmalı, ko-rozyona mukavim malzemeden imal edilmiş olmalıdır. Nemlendiriciden veya soğutucu bataryadan sisteme damlacık sürüklenmesi engellenmelidir.

!

SUSTURUCULAR

Susturucuların hava akışına bakan yüzeyleri aşınmaya karşı mukavim ve su emmeyecek şekilde dizayn edilmelidir (TROX GMK 20 serisi kulisler). Taze hava tarafındaki susturucular 1. kademe filtreden sonra ve fandan önce konulmalıdır. Üfleme havası susturucuları ise 2. kademe filtreden önce monte edilmelidir. Gerekli ise 3. kademe filtreden önce de kanal tipi susturucu kullanılabilir (TROX MS-20 serisi).

HAVA EGZOST MENFEZLERİ

Ameliyathanelerde egzost havasının 1200 m3/h'i döşeme seviyesind e-ri kalan kısmı da tavana yerde, almalıdır. Resirküle hava ile egzost havası için ayrı kanallar çekiliyor ise egzost hava

menfezleri temizlik amacıyla kolayca ulaşabilir olmalı, alt ucu döşemeden birkaç cm. yukarıda olmalıdır.

AMELİYATHANE SÜİTLERİNDE HVAC SİSTEMİ

Ameliyathanelerde klima sistemi aşağıdaki dört fonksiyonu yerine getirmelidir.

a) Ameliyat masasının üstü ve alet masası gibi özel koruma gerektiren alanlarda (korunmuş bölgelerde) havada taşınabilen mikro-organizma konsantrasyonunu belirlenen limitlerin altında tutmalıdır.

b) Odalar arasında gerekli hava akışını sağlamalıdır.

c) İnsanların bulunduğu bölgede atık anestezik gaz konsantrasyonunu ve diğer malzeme yüklerini belirlenen limitler içinde tutmalıdır.

d) Oda şartlarını devam ettirmelidir (ısı ve malzeme yüklerini almalıdır).

ÜFLEME HAVA DEBİSİ

Tecrübeler göstermiştir ki, karışık akımlı bir ameliyathanede sterilite sağlayabilmek için minimum 2400 m3/h üfleme hava debisi gereklidir. Bu debide havadaki mikro-organiz-konsantrasyonu, referans mikro-nizma konsantrasyonunu verir (KBE/M3 veya CFU colony forming units/m3)

Süpürmeli akımlı (laminer flow) sistemlerinde bu referans mikroorganizma sayısı, korunmuş bölgede kirlenme faktör (us=Contarmination factor) kadar düşük debi ile sağlanabilir. _

u.s ?^ kr

(korunmuş bölgedeki kirlenme faktörü) ks = korunmuş bölgedeki ortalama mikroorganizma konsantrasyonu kr = Kirlenen hava debisindeki odadaki ortalama mikroorganizma konsantrasyonu

Es = havada taşınabilen mikro organizma konsantrasyonu

$$\varepsilon s = \frac{\overline{ks}}{\overline{kr}^{*}} = \mu s \frac{\overline{kr}}{\overline{kr}^{*}} = \mu s \frac{\dot{V}zu}{\dot{V}zu}$$

kr : Odada Vzu debisindeki referans mikroorganizma konsantrasyonu

Vzu : referans hava debisi 2400 m3/h

Vzu : gerçek hava debisi

$$\dot{V}zu_{min} : 2400 \quad \frac{\mu s}{Eszul}$$

Eszul : Korunmuş bölgedeki ve odanın hijyenik kalitesinin bir ölçüsü sayılan havadaki mikro organizma konsentrasyonunun limit değeri. Vzumin : Eszul'u sağlayabilen minimum hava debisi.

Ancak Vzumin ampirik olarak tesbit edilebilmektedir. Sistem eğer karışık akımlı ise p.s = 1 kabul edilir. Ancak Lis'in l'den az olduğu DİN 4799'da belirtilen testler yapılarak bulunmalıdır.

Korunmuş bölgede havadaki mikrop konsantrasyonu için limit değerleraşağıda verilmiştir:

a) A tipi ameliyathaneler için 2/3. Bu ameliyathanelerde özellikle yüksek seviyelerde sterilite gereklidir (Bu ameliyathanelere örnek olarak, trans-plastasyon, açık kalp ameliyatları, ortopedi ameliyatları, plastik cerrahi vs. verilebilir).

b) B tipi ameliyathaneler için 1. Bu ameliyathanelerde yüksek seviyede sterilite gereklidir. Hangi ameliyathanelerin özellikle yüksek seviye veya yüksek seviyede sterilite gerektirdiğinin sorumluluğu hijyenistlere aittir.

Eszul = 2/3 olan minimum değer, pratikte ancak etkili bir süpürme akımlı havalandırma sistemi yani laminer akımla sağlanabilmektedir (|is< 2/3) Bu nedenle havalandırma sistemleri için aşağıdaki şartlar sağlan-malalıdır:

a) A tipi ameliyathanelerde havalandırma sistemi süpürmeli akımlı (laminer akımlı) olmalıdır.

b) B tipi ameliyathanelerde havalandırma sistemi karışık akımlı veya laminer akımlı olmalıdır. Havalandırma sistemi aynı zamanda ameliyat ekibinin ve hastanın da konforunu sağlayabilmelidir. Laminer akımlı havalandırma sistemi kullanılmadığında odadaki mikrop sayısı içerideki ekibin sayısına ve disiplinine bağlı olarak 100 ila 500 CFU/m3 aralığında olmaktadır. Laminer akımlı bir havalandırma sisteminde ise yara civarında bu sayı 10 CFU/m3 seviyelerine inmektedir. Ameliyathane içerisindeki havadaki mikrop sayısı 200 CFU/m3 seviyelerinden 20 CFU/m3 seviyelerine indiğinde ise bu mikroplardan kaynaklanan enfeksiyonlar % 50 oranında azalmaktadır.

Ameliyat sırasında korunmuş bölgedeki hava içerisinde müsaade edilen maksimum mikrop sayısı 20 CFU/m3'tür.

TAZE HAVA MİKTARI

Üçüncü kademe filtrasyon yapıldığında üfleme havasındaki mikro organizma konsantrasyonu, resirküle hava üfleme havası ile karıştırılsa dahi ihmal edilebilir olmaktadır. Ancak artık anestezik gazlar ve dezenfektan buharları filtrelerde filtre edilemezler, bunlar, ancak taze hava alınmak suretiyle konsantrasyonları düşürülebilirler.

Ameliyathanelerde minimum taze hava miktarı 1200 m3/h olmalıdır. Bu hava debisi anestezistin bulunduğu bölgedeki atık anestezik gaz konsantrasyonunu zehirlilik limitinin altına düşürmektedir.

AMELİYATHANENİN NORMAL KULLANMA SAATLERİ DIŞINDAKİ ÇALIŞMASI

Ameliyathaneler için normal çalışma saatleri dışında da her zaman odalar arası hava akışı sağlanmalıdır, sistem 24 saat çalışmalıdır. Üfleme ve eg-zost kanallarında hava akışı gerekmiyorsa branşmanlar hava sızdırmaz damperlerle (TROX JZ L/M serisi) kapatılmalıdır. Kapılar servis pencereleri, flaplar vs. odalar kullanılmadığı zaman da sıkıca kapatılmalıdır. Normal çalışma saatleri dışında soğutma ve nemlendirme durdurulabilir. Ameliyathane süitlerinde hava akışı ancak acil bakım ve onarım işi sırasında kesilebilir. Ancak bu süre mümkün olduğunca kısa tutulmalıdır. Bu amaçla sürekli çalışmayı görebilecek sayaçlar sisteme monte edilebilir. Pozitif basınçlı odalarda üfleme fanı stop ettiğinde egzost fanı otomatik olarak durdurulmalı yan mahallerdeki hava akışı tersine dönmüş bir hale getirilmemelidir. Normal çalışma saatleri dışında üfleme fan debileri %50 oranında düşürülebilir.

KAYNAKÇA

1. DİN 1946 part 4, December 1989.
2. DİN 4799, June 1990.
3. DHSS DV4, 1 Feb. 83.
4. DHSS HBD 4, November 1986.

Mak. Müh. Ömer DEMİREL

1959 yılında Ankara'da doğdu. 1981 yılında ODTÜ Makina Mühendisliği Bölü-mü'nden mezun oldu. 1984 yılına kadar Türk Standartları Enstitüsü'nde Makina Mühendisi olarak görev yaptıktan sonra askerlik hizmetini tamamladı. 1986 yılında Alarko'ya girdi. Halen Alarko San. ve Tic. A.Ş. Ankara Şubesi'nde Klima Sistemleri Departman Müdürü olarak görev yapmaktadır

Tablo 1